

Réalité augmentée

Tag Image

Unity/Vuforia

Christophe Vestri

Le mardi 7 mars 2017

Objectifs du cours

- Connaitre/approfondir la RA
- Avoir quelques bases théoriques
- Expérimenter quelques méthodes et outils
- Réaliser un projet en RA
- Evaluation:
 - Présence (20%)
 - Participation en classe (40%)
 - Projet (40%)

Plan du cours

- 28 février : Réalité augmentée intro Html5/JS
- 7 mars: Tag image, Unity/Vuforia projet final
- 14 mars: Leaflet/geoloc/access en JS
- 21 mars: Vision par ordinateur et RA (openCV – C++)
- 28 mars : A définir: Projet, OpenCV/Calibration/Pose3D, RV ou QRcodes

Plan Cours 2

- Tag Image
 - Théorie
 - Démonstration ArtMobilis
- Projet Final
 - Installation Unity et Vuforia
 - Développement d'une démo Start wars
 - Exercices

Installer Unity

- Récupérer les installateurs et packages
 - UnityDownloadAssistant-5.5.2f1.exe
 - vuforia-unity-6-2-10.unitypackage
 - vuforia-samples-core-unity-6-2-10
 - GameAssets
 - atat_obj
- Lancer l'installation de Unity, ca va prendre du temps

Rappel du premier cours

Autre définition de la RA

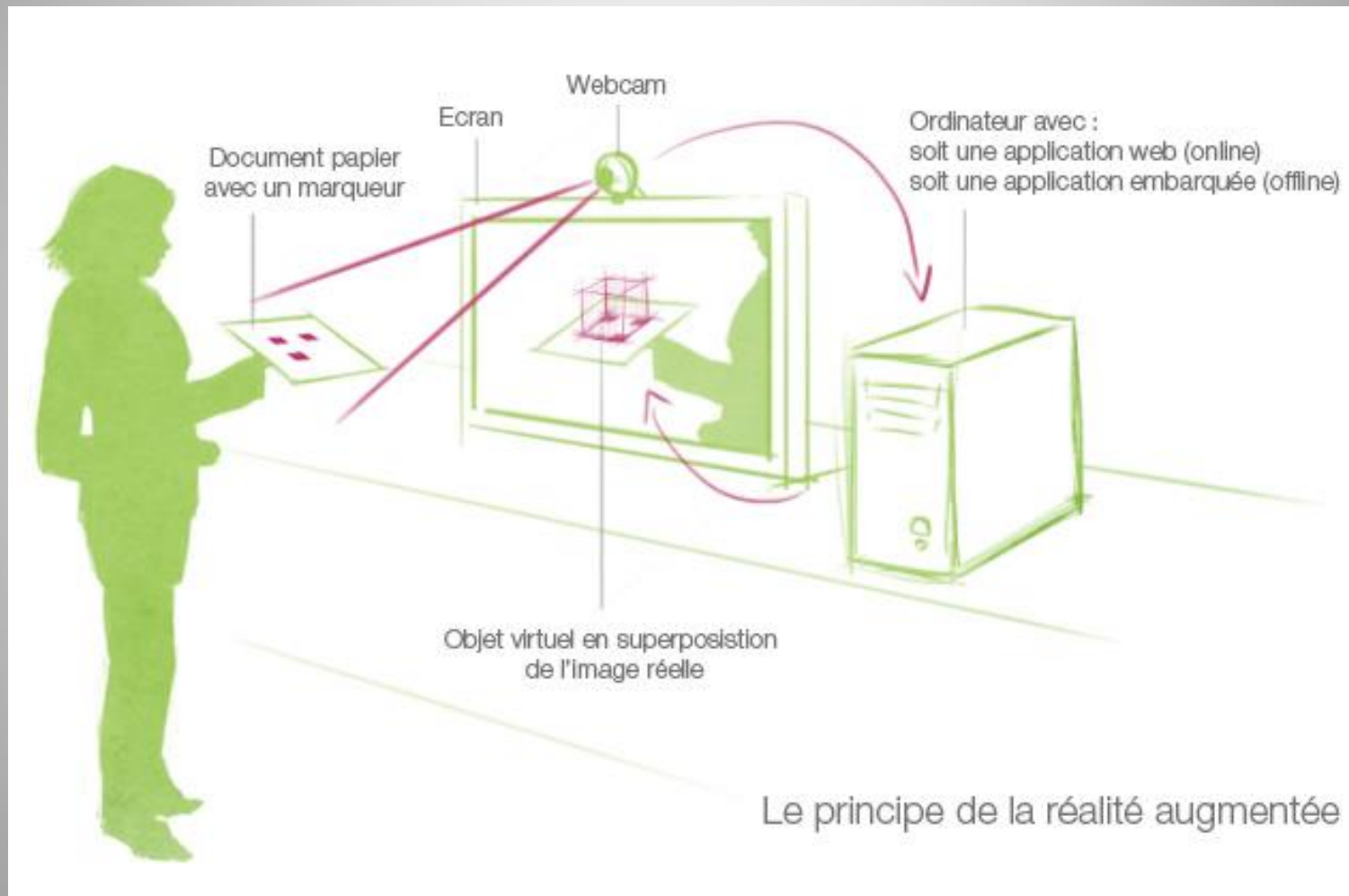
- [RAPro](#) : Combiner le monde réel et des données virtuelles en temps réel
- 5 sens:
 - Visuel: smartphone, lunettes...
 - Sonore: déficients visuels
 - Tactile/haptique: systèmes retour de force
 - Odorat: Cinema 4D
 - Goût:

Principaux systèmes de RA

Principalement 2 systèmes:

- RA avec caméra fixe
- RA Mobile: la caméra est en mouvement

RA avec caméra Fixe



RA avec caméra Fixe



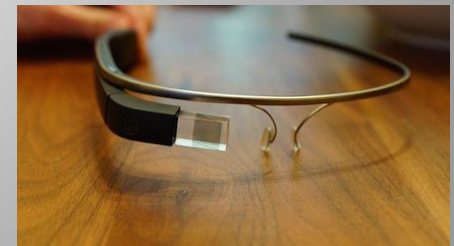
Démo
National
Geographics

Magic Mirror



RA avec caméra Mobile

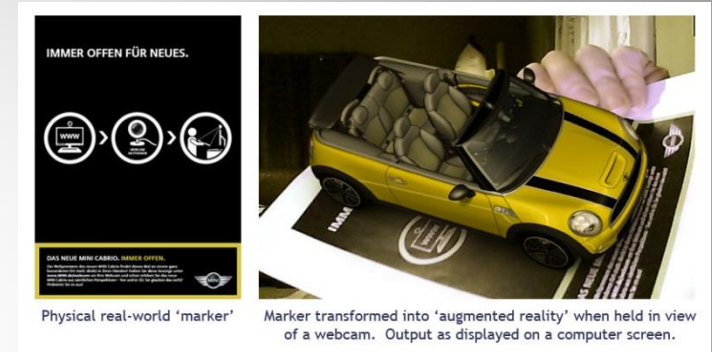
- Smartphones, tout pour la RA
 - Camera + écran – déterminer/montrer ce qui doit être vu
 - Donnée GPS– localisation
 - Compas – quelle direction on regarde
 - Accéléromètre – orientation
 - Connection Internet – fournir des données utiles
- 58% des Français ont un smartphone en 2015
- 90% des 18-24ans
- Lunettes de RA et VR



Types de RA mobile

Marqueurs caméras:

- Caméra pour détecter un marqueur dans le monde réel
- Calcul de sa position et orientation
- Augmente la réalité



Capteurs:

- GPS pour localiser son téléphone
- Recherche de Point d'intérêt proche de nous
- Mesure orientation (compas, accéléromètre)
- Augmente la réalité



Types de RA mobile

Utilisation de marqueurs caméras:

- Marqueurs Spécifiques:
 - Tag visuels
 - Formes spécifiques (carrés, cercles)
- Marqueurs Images
 - Photo, image de l'objet/scène
- Processus de RA
 - Détection du marqueur dans la vidéo
 - Transformation 2D-3D
 - Affichage 3D



Exemple de Marqueur image



- Pour faire de la RA, il va falloir
 - Retrouver l'image,
 - la délimiter
 - Dans toutes les conditions (proche, loin, oblique)

Exemple de Marqueur image

- Concrètement il va falloir
 - Avoir un moyen pour décrire l'image de référence



- Avoir un moyen de retrouver
- De le différencier des autres images

-> Vision par ordinateur

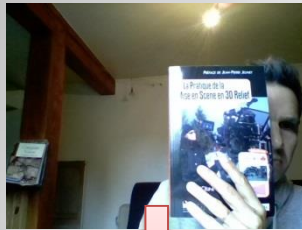


Vision par ordinateur et RA

- Analyse image/vidéo -> vision par ordinateur
- Plusieurs technologies
 - Détection de marqueurs spécifiques: coins, primitives naturels, carrés, ronds
 - Mise en correspondance: primitives, images
 - Reconnaissance d'image: monument, façade, visage
 - Reconnaissance d'objets: tables, chaise....
 - Recalage caméra: calcule de la pose
 - Traitement d'image: contraste, segmentation
 - Mixer image et synthétique

Technologies nécessaires

Références Acquisition vidéo



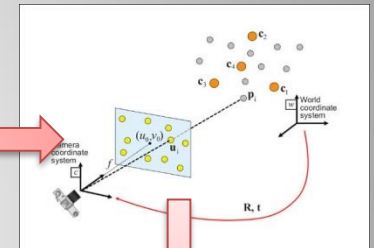
Détection coins et descripteurs



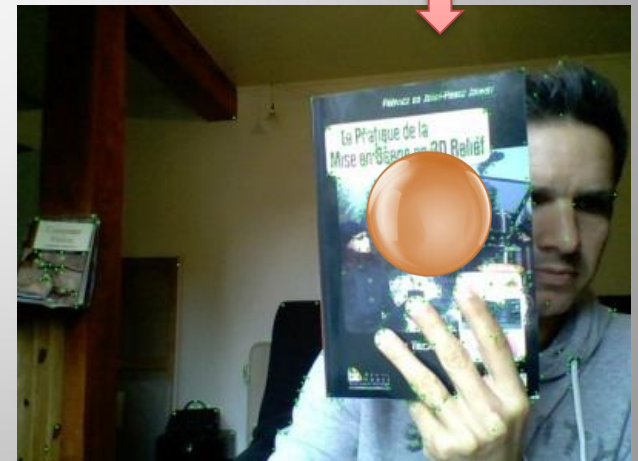
Matching



Calcul de la pose caméra



Affichage 3D



Localisation du Pattern



Detection et Appariement

- Plusieurs méthodes existent pour décrire, détecter, et appairer les images
- Pixels, points, segments, régions, et droites des images peuvent être utilisées
- Quatre étapes sont nécessaires dans la détection et l'appariement des primitives
 - Détection de primitives
 - Description des primitives
 - Appariement des primitives
 - Tracking de primitives

Quelques termes

- **Marqueur** - utilisé pour spécifier où et quelle information ou contenu doit être placé (spécifiques ou image)
- **Primitives naturelles** – points/parties d'un objet visualisé
- **Detecteur** – utilisé pour rechercher dans les images les points spécifiques répétitifs
- **Descripteur** – utilisé pour caractériser les points ou région à partir de l'image. Ils sont utilisés dans la mise en correspondance
- **Canal** – association d'un marqueur à l'objet synthétique à afficher

Qu'est-ce qu'une image

- Image de couleur = 3 images (+ alpha)
- Algorithmes avec 1 entrée => Image de gris

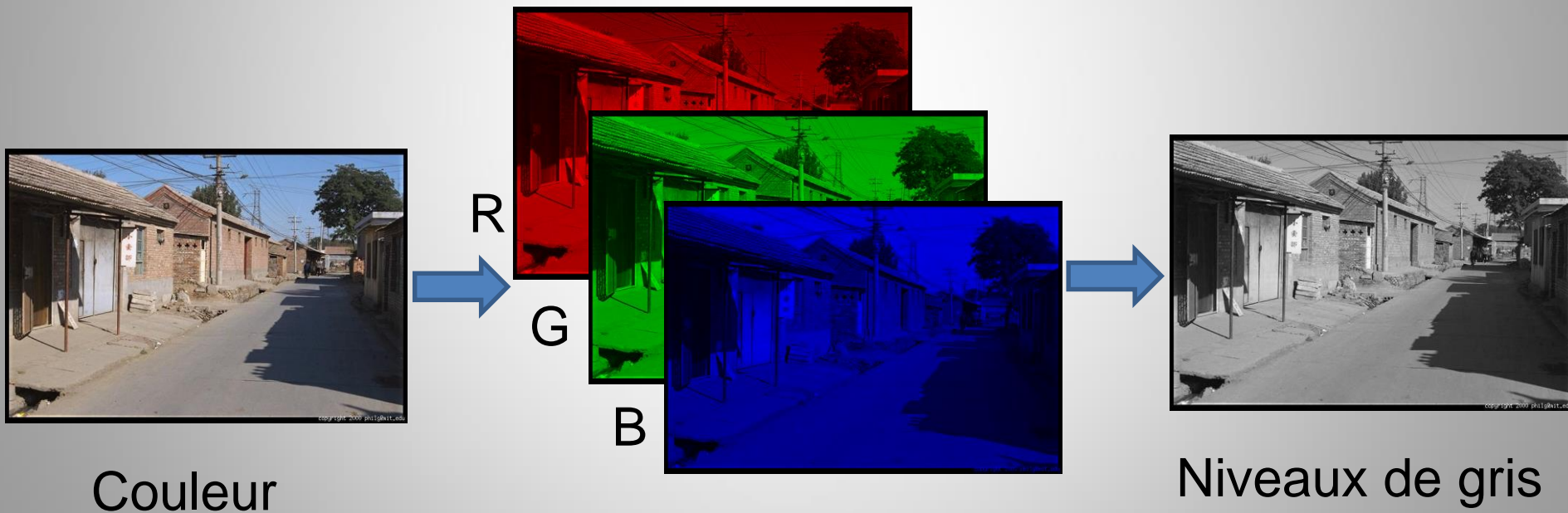
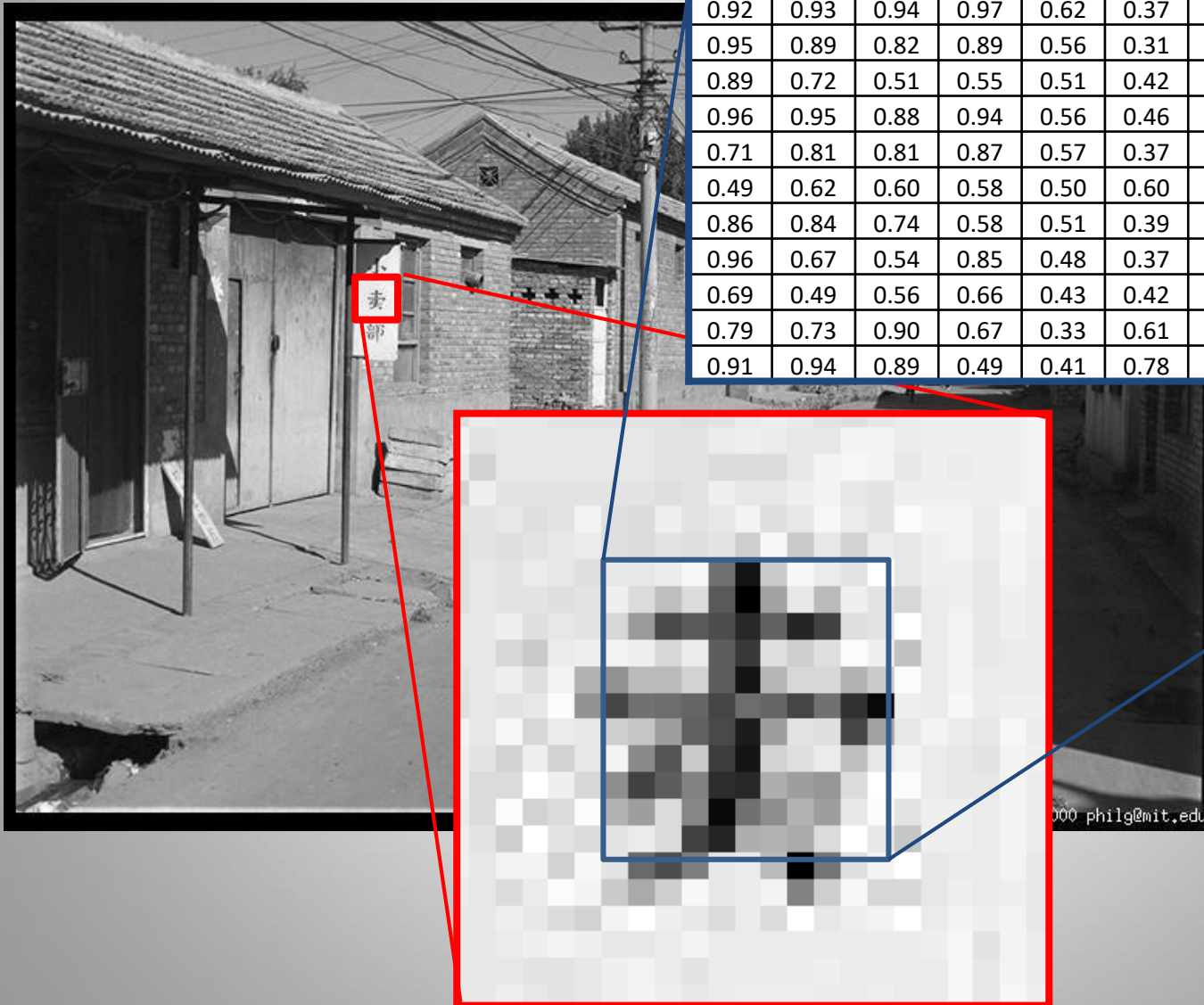


Image de float

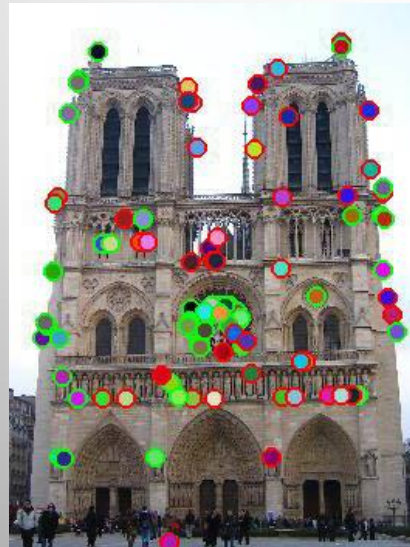


0.92	0.93	0.94	0.97	0.62	0.37	0.85	0.97	0.93	0.92	0.99
0.95	0.89	0.82	0.89	0.56	0.31	0.75	0.92	0.81	0.95	0.91
0.89	0.72	0.51	0.55	0.51	0.42	0.57	0.41	0.49	0.91	0.92
0.96	0.95	0.88	0.94	0.56	0.46	0.91	0.87	0.90	0.97	0.95
0.71	0.81	0.81	0.87	0.57	0.37	0.80	0.88	0.89	0.79	0.85
0.49	0.62	0.60	0.58	0.50	0.60	0.58	0.50	0.61	0.45	0.33
0.86	0.84	0.74	0.58	0.51	0.39	0.73	0.92	0.91	0.49	0.74
0.96	0.67	0.54	0.85	0.48	0.37	0.88	0.90	0.94	0.82	0.93
0.69	0.49	0.56	0.66	0.43	0.42	0.77	0.73	0.71	0.90	0.99
0.79	0.73	0.90	0.67	0.33	0.61	0.69	0.79	0.73	0.93	0.97
0.91	0.94	0.89	0.49	0.41	0.78	0.78	0.77	0.89	0.99	0.93

000 philg@mit.edu

Qu'est-ce qu'une primitive

- Une primitive c'est:
- Un élément spécifique de l'image
- Pixels/Point/coin unique de l'image
- Utilisé pour représenter/simplifier l'information contenue dans l'image



Points



Qu'est-ce qu'une primitive

Ca peut être aussi



Régions



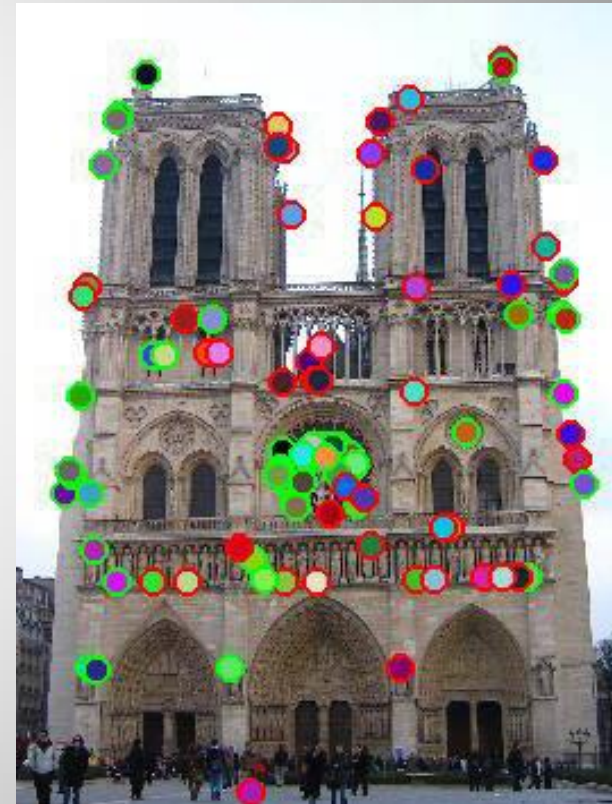
Segments

Contours



Détecteur de primitive

- Il va extraire/sélectionner les primitives de l'image
- Critères de qualité:
 - Caractérisables: distinctif, particularité, reconnaissable, précision
 - Répétabilité et invariance: échelle, rotation, illumination, point de vue, bruit



Détecteur de primitive

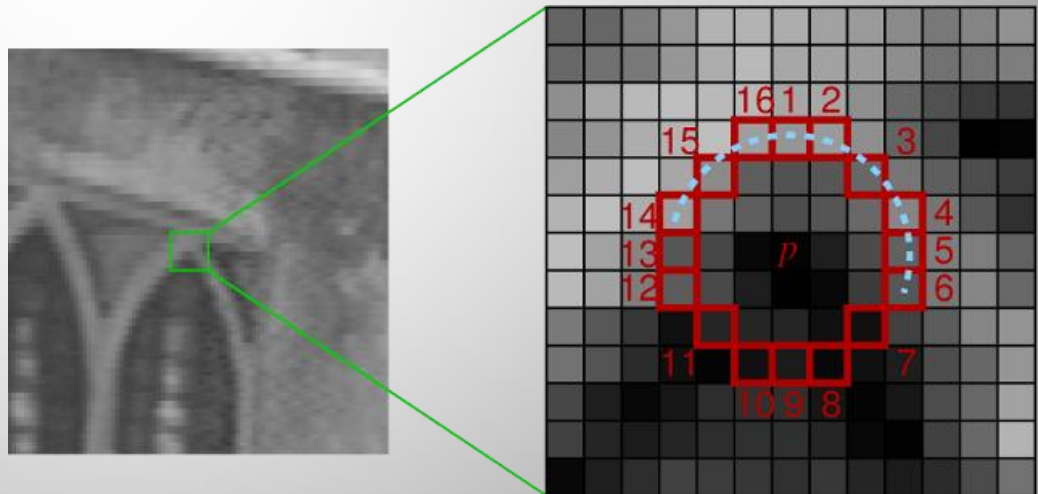


Détection de coins

FAST: Features from Accelerated Segment Test

<http://www.edwardrosten.com/work/fast.html>

- Cercle Bresenham 16 pixels autour du point analysé
- On détecte un coin en p si
l'intensité de N pixels
est $>$ ou $<$ de $X\%$ à I_p
- Rapide et robuste



Descripteur de points

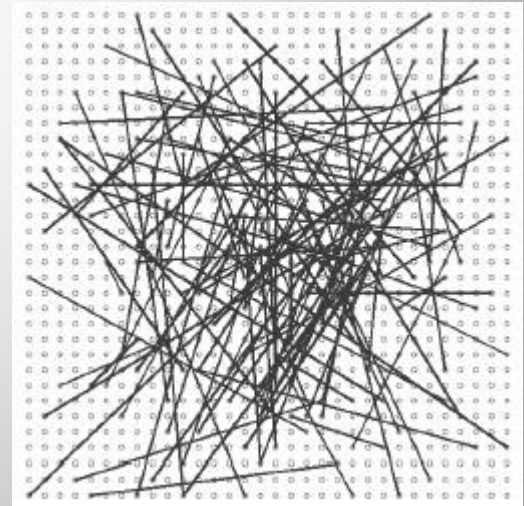
- Description du point à partir de l'image (locale)
- Utilisé pour l'appariement
 - Stockage des descriptions des marqueurs image
 - Comparer avec les primitives de l'image courante
- Critères de qualité:
 - Discriminant
 - Invariant : échelle, rotation, illumination, point de vue, bruit
 - Rapide et empreinte mémoire faible

Descripteur de points

BRIEF : Binary robust independent elementary features

<http://cvlab.epfl.ch/research/detect/brief>

- Vecteur de N paires de points sur un patch
- Comparaison pour chaque paire
 - Si $I_1 < I_2$ alors $c=1$
 - Sinon $c=0$
- Descripteur=100101001...
- Rapide et robuste

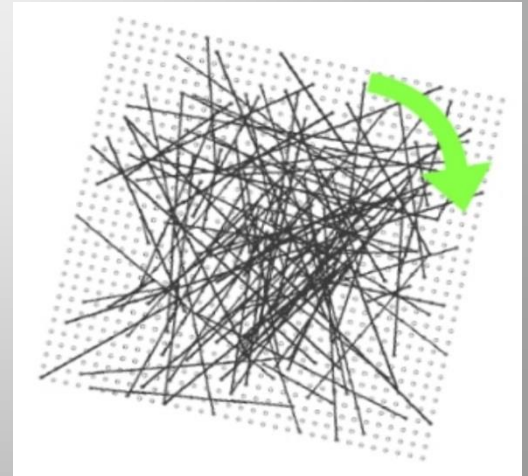
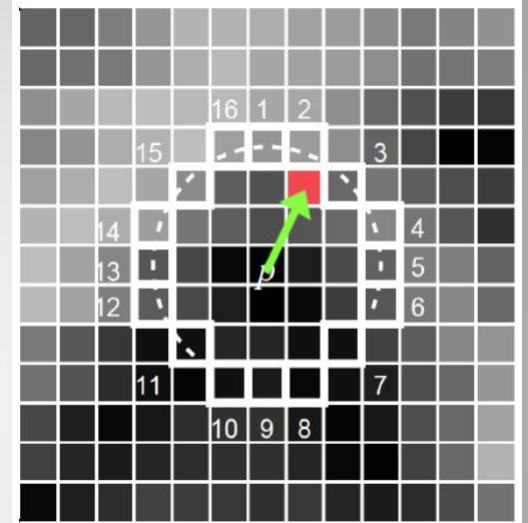


Descripteur de points

ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF)

http://docs.opencv.org/.../py_feature2d/py_orb/py_orb.html

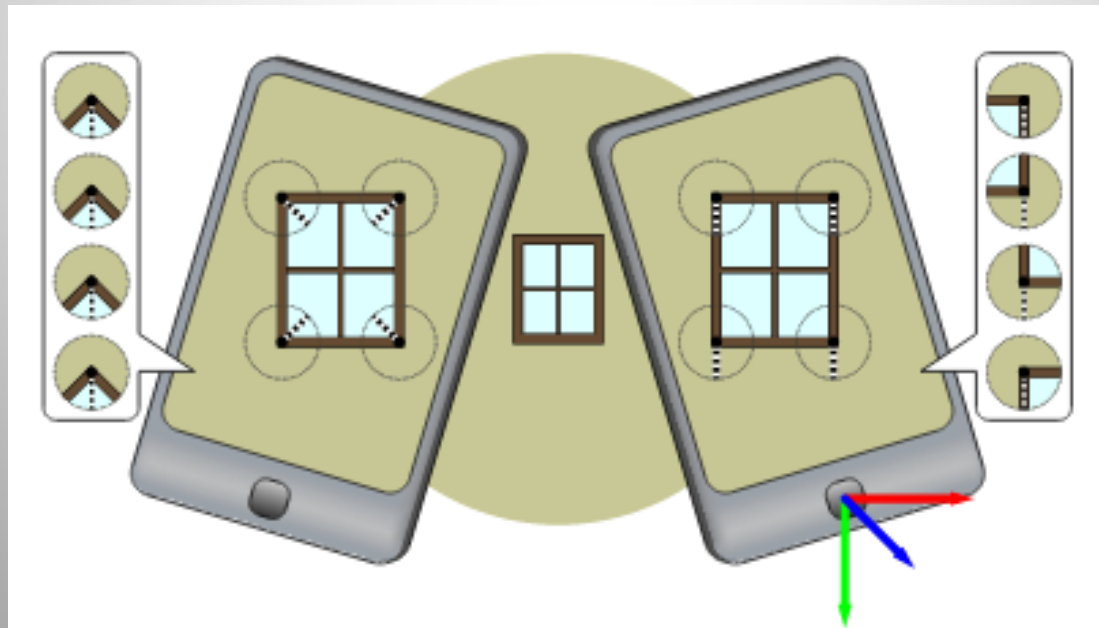
- Prise en compte rotation pour robustesse
- Direction=pixel avec variation la plus forte
- Rotated BRIEF pour aligner les descripteurs lors du matching



Descripteur de points

Autre exemple: GAFD Gravity Aligned Feature Descriptors

- Utilisé par Metaio (Apple)
- Utilise les capteur inertiel pour avoir des descripteurs alignés avec la gravité



Reconnaissance par matching

Appariement des coins

- Brute force matching, on teste toutes les paires
- Similarité= Distance de Hamming (nombre de bits différents)

A = 1 0 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0

B = 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1

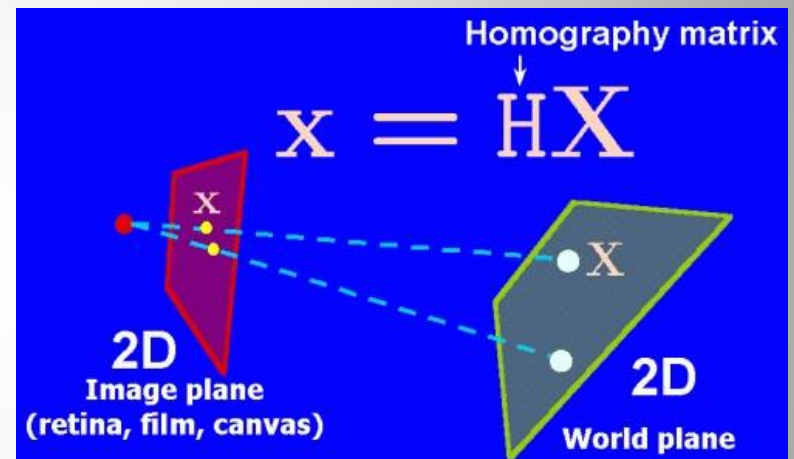
Distance de Hamming = 3

- Si on a un nombre de coins appariées suffisants, l'objet est retrouvé

Relocalisation 2D du pattern

Calcul de l'homographie du plan

- Système d'équation linéaire
- Estimation robuste (RANSAC)
- Filtrage des outliers
- Décomposition en VP

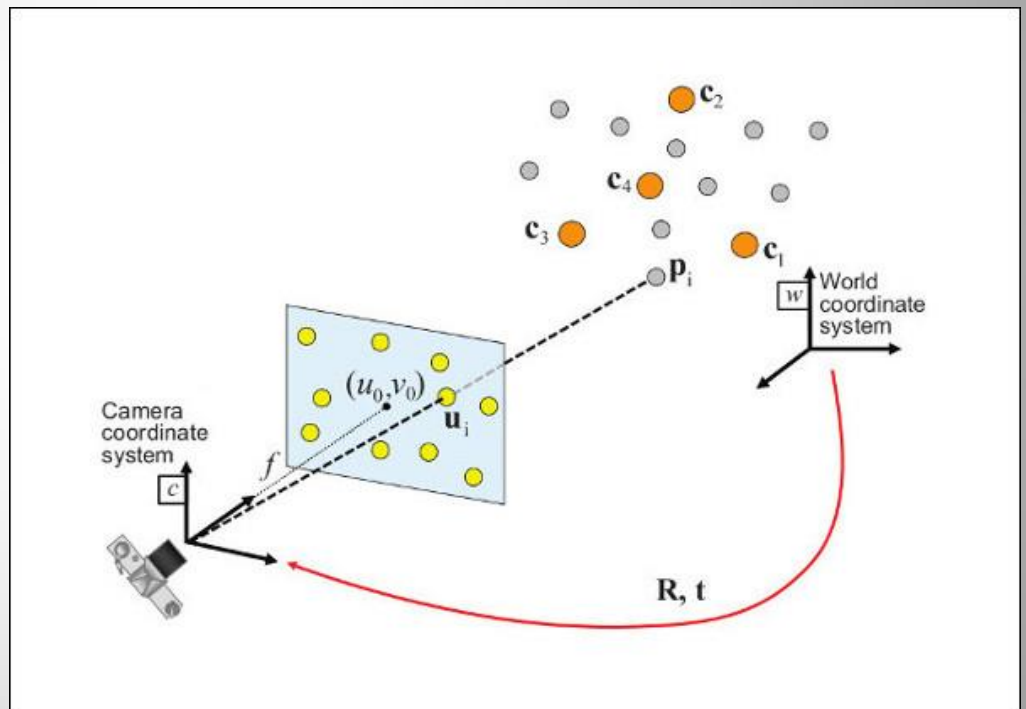


$$\lambda \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{pmatrix}}_{\text{homography } H} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Cacul de la Pose 3D

Calcul de la pose de la caméra par rapport à un objet 3D

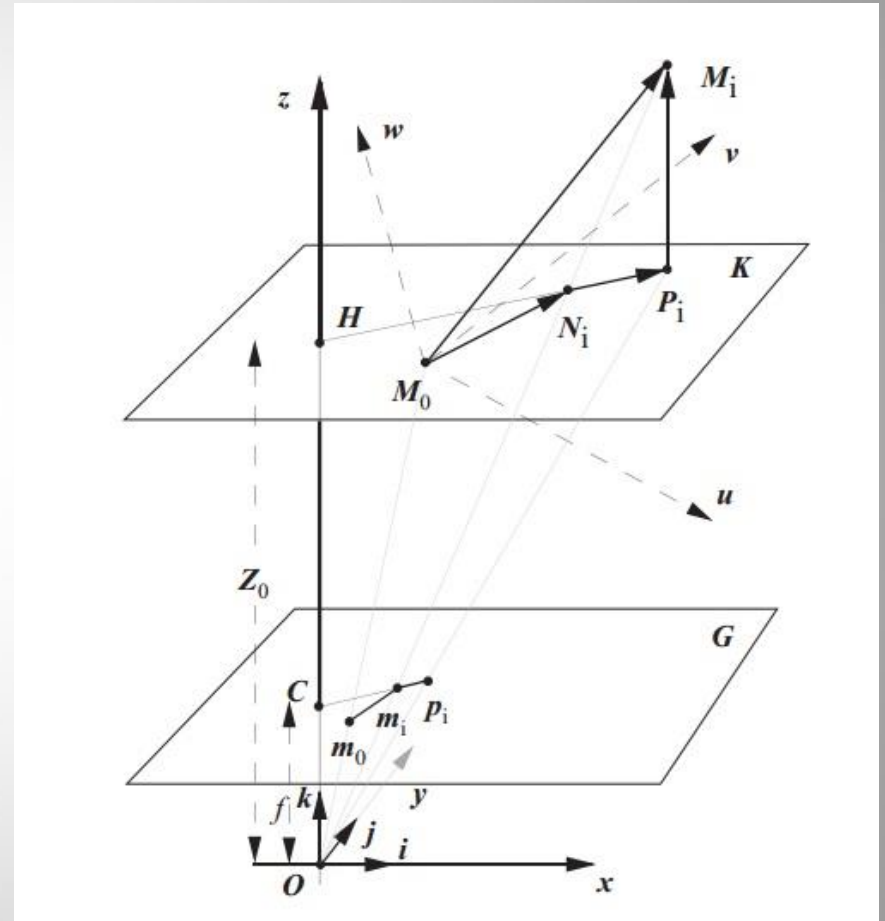
- General case:
 - 6DoF
 - Projection model
- Simplification
 - Calibration connue
 - Perspective-n-Point
 - Projection ortho
 - POSIT



POSIT

POSIT: Pose from Orthography and Scaling with Iterations

- Algorithme itératif pour résoudre PnP non coplanaires
- 4 points coplanaires: Coplanar POSIT



More on Pose 3D

Calcul de la pose de la caméra par rapport à un objet 3D

- POSIT: [original publications](#), [3D pose estimation](#)
- [Real Time pose estimation](#) : OpenCV tutorial, C++
- [Eric Marchand](#): Article Complet Pose 3D AR
- [Caméra calibration](#): OpenCV tutorial, C++
- [posest](#): C++ opensource
- [Minimal problems](#) in Computer Vision: many links
- Moving camera = Kalman/SLAM


Objectif de ArtMobilis

Un parcours urbain en réalité augmentée

- Géolocalisation des points d'intérêts
- Tracking de la localisation des contenus augmentés
- Support mobile (android, IOS, tablettes)
- OpenSource: <https://github.com/artmobilis/>
- LabMobilis:
 - Implémentation orientée Web pour adaptabilité
 - Application HTML5, CSS3 et JavaScript

Navigateurs compatibles

- [CanIuse](#): 67% des navigateurs
- Compatible avec Firefox/chrome/AndroidBrowser/Edge

getUserMedia/Stream API  - WD

Global 9.66% + 57.74% = 67.4%
unprefixed: 1.03%

Method of accessing external device data (such as a webcam video stream). Formerly this was envisioned as the <device> element.

Current aligned		Usage relative		Show all							
IE	Edge *	Firefox	Chrome	Safari	Opera	iOS Safari *	Opera Mini *	Android Browser *	Chrome for Android		
8			1 45					4.3			
9			1 46					4.4			
10		43	1 47			8.4		4.4.4			
11	13	44	1 48	9	1 34	9.2	8	1 47	1 47		
	14	45	1 49	9.1	1 35	9.3					
		46	1 50		1 36						
		47	1 51								

Librairies Javascript utilisées

- **Framework:**

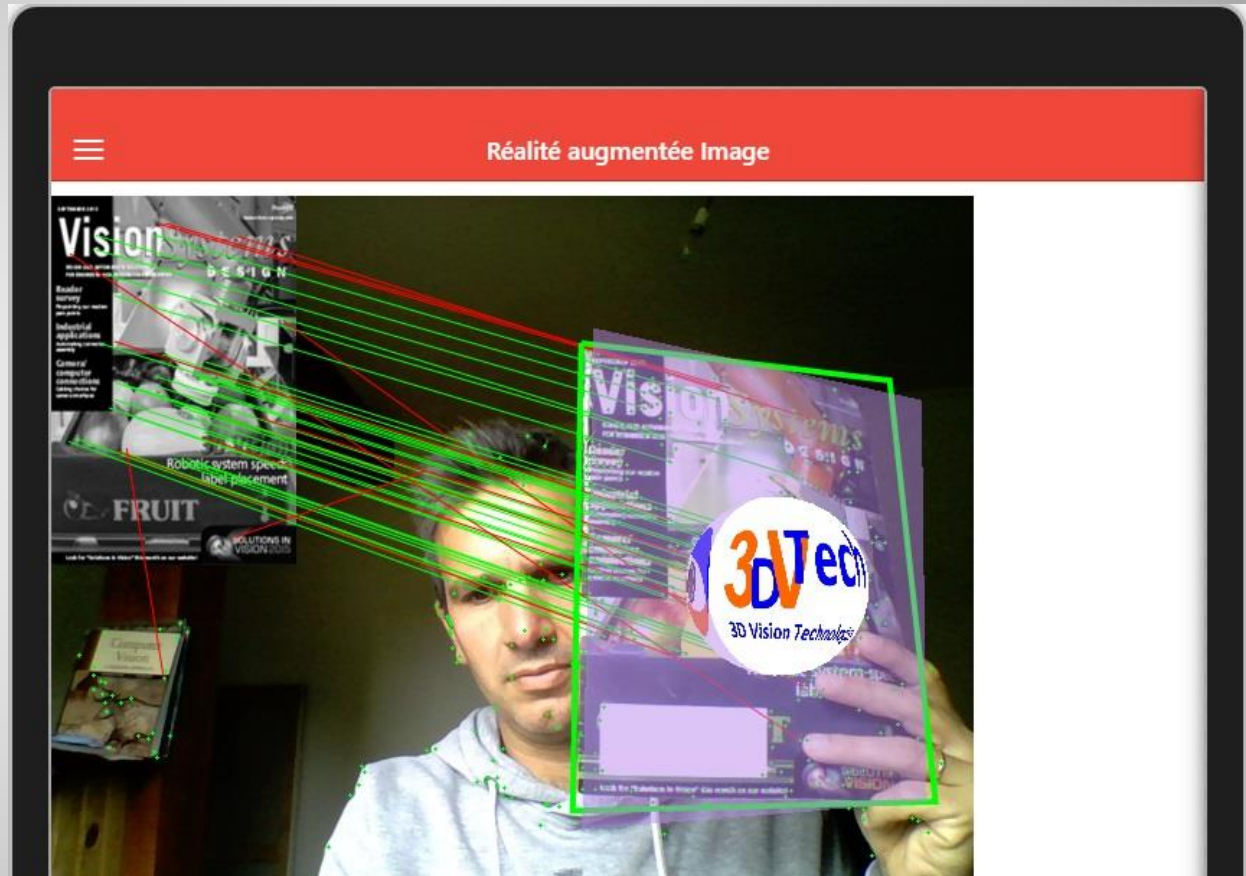
- Angularjs
- Ionic
- Cordova

- **AR Image demo:**

- Js-ArUco: <https://github.com/jcmellado/js-aruco>
- three.js : <https://github.com/mrdoob/three.js>
- jsfeat : <https://github.com/inspirit/jsfeat>

Prototype développé

- Demo
- Code



Unity et Vuforia

- Préparation du projet Final
 - Installation Unity et Vuforia
 - Développement d'une démo Start wars
 - Exercices
- Projet Final
 - Trouver un sujet en RA pour la semaine prochaine
 - Jusqu'à la fin du cours pour le réaliser
 - Techno au choix: Vuforia, JS, C++ (OpenCV)

Vidéo de la démo

- <http://wirebeings.com/star-wars-augmented-reality.html>





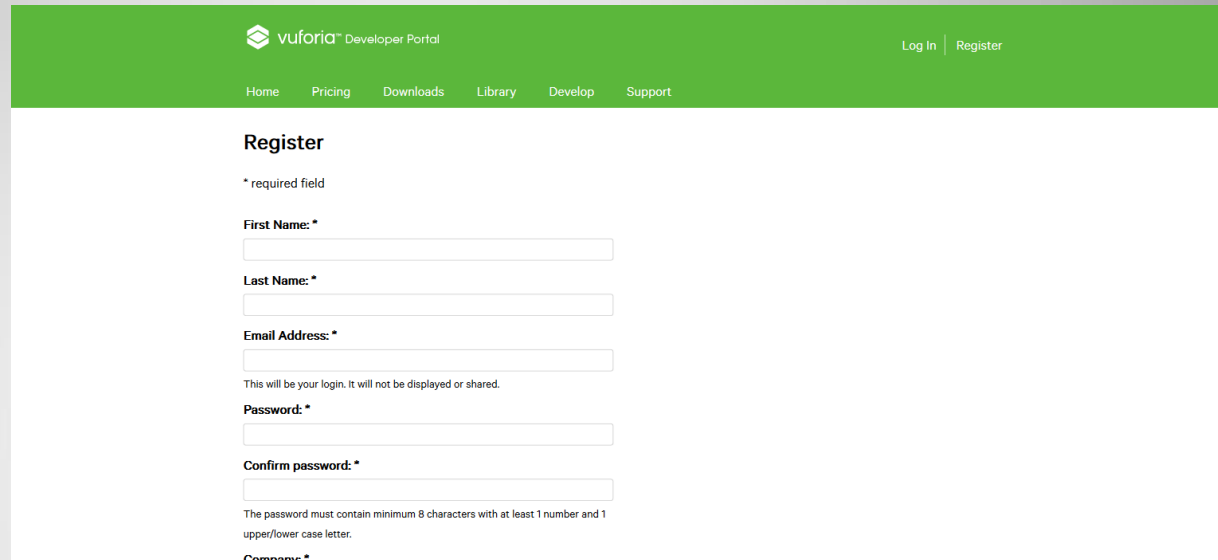
- Create Unity ID

A screenshot of the Unity ID creation form. The form is titled "Create a Unity ID" and includes a subtext: "A Unity ID allows you to buy and/or subscribe to Unity products and services, shop in the Asset Store and participate in the Unity community." The form fields are: Email, Password, Username, Full Name, and Country (a dropdown menu labeled "Select country"). At the bottom, there is a section titled "Click or touch the Cloud" with five icons: a game controller, a smartphone, a fingerprint scanner, a pair of scissors, and a cloud icon. There are also social media icons for GitHub and Twitter in the top right corner.

- Create a Project for the demo

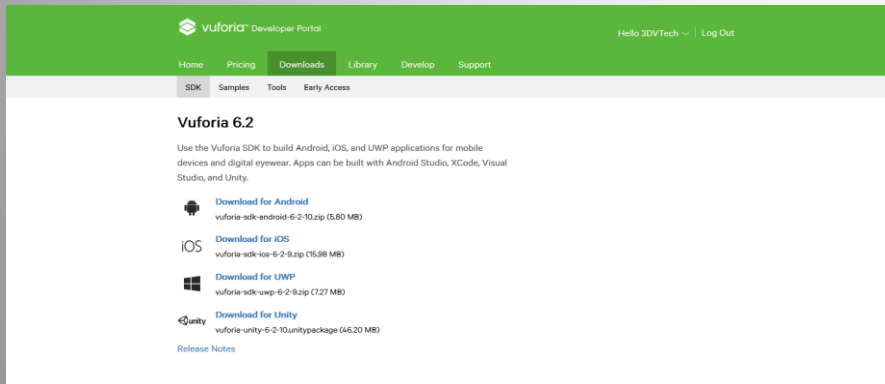
Vuforia

- Register

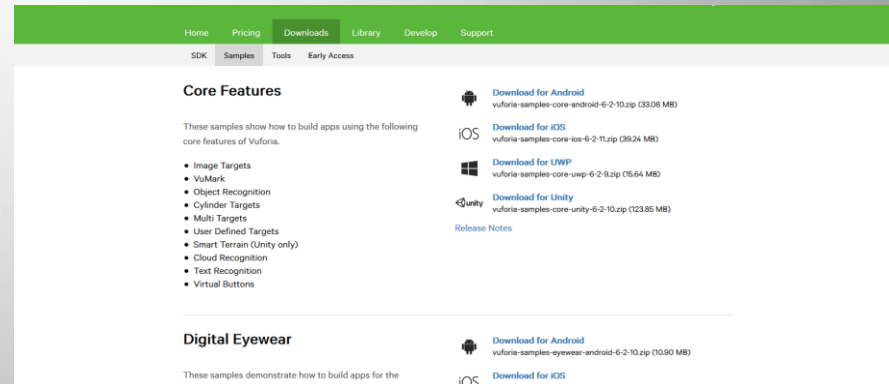


The image shows the 'Register' page of the Vuforia Developer Portal. The page has a green header with the Vuforia logo and navigation links: Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, and Support. On the right of the header are 'Log In' and 'Register' links. The main content area is white and titled 'Register'. It includes a note '* required field'. The form fields are: 'First Name: *', 'Last Name: *', 'Email Address: *', 'Password: *', and 'Confirm password: *'. Below the password fields is a note: 'This password must contain minimum 8 characters with at least 1 number and 1 upper/lower case letter.' At the bottom of the form is a 'Company: *' label.

- Download SDK and Samples



The image shows the 'Vuforia 6.2' SDK download page. The header is green with the Vuforia logo and navigation links: Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, and Support. Below the header is a sub-header with 'SDK', 'Samples', 'Tools', and 'Early Access' tabs. The main content area is white and titled 'Vuforia 6.2'. It includes a description: 'Use the Vuforia SDK to build Android, iOS, and UWP applications for mobile devices and digital eyewear. Apps can be built with Android Studio, XCode, Visual Studio, and Unity.' Below the description are four download links: 'Download for Android' (vuforia-sdk-android-6-2-10.zip (5.80 MB)), 'Download for iOS' (vuforia-sdk-ios-6-2-9.zip (15.98 MB)), 'Download for UWP' (vuforia-sdk-uwp-6-2-9.zip (17.27 MB)), and 'Download for Unity' (vuforia-unity-6-2-10unitypackage (46.20 MB)). At the bottom is a 'Release Notes' link.



The image shows the 'Core Features' and 'Digital Eyewear' download page. The header is green with the Vuforia logo and navigation links: Home, Pricing, Downloads, Library, Develop, and Support. Below the header is a sub-header with 'SDK', 'Samples', 'Tools', and 'Early Access' tabs. The main content area is white and titled 'Core Features'. It includes a description: 'These samples show how to build apps using the following core features of Vuforia.' Below the description are four download links: 'Download for Android' (vuforia-samples-core-android-6-2-10.zip (33.08 MB)), 'Download for iOS' (vuforia-samples-core-ios-6-2-11.zip (39.24 MB)), 'Download for UWP' (vuforia-samples-core-uwp-6-2-9.zip (15.64 MB)), and 'Download for Unity' (vuforia-samples-core-unity-6-2-10.zip (123.85 MB)). At the bottom is a 'Release Notes' link. Below the 'Core Features' section is a 'Digital Eyewear' section with two download links: 'Download for Android' (vuforia-samples-eyewear-android-6-2-10.zip (10.90 MB)) and 'Download for iOS' (vuforia-samples-eyewear-ios-6-2-11.zip (7.86 MB)).

Vuforia

- Ask for an application license

The screenshot displays the Vuforia Developer Portal interface. At the top, there's a green header with the Vuforia logo and 'Developer Portal' text. On the right, it says 'Hello 3DVTech' with a dropdown arrow and a 'Log Out' link. Below the header is a navigation bar with links: Home, Pricing, Downloads, Library, Develop (highlighted), and Support. Under the 'Develop' tab, there are two sub-tabs: 'License Manager' (active) and 'Target Manager'. The main content area shows the 'License Manager' page for a specific application named 'StarWarsDemo'. It includes links for 'Edit Name' and 'Delete License Key'. There are two tabs: 'License Key' (active) and 'Usage'. The 'License Key' tab displays a long alphanumeric string: `ARI9UJb/////AAAAGZaM6Jf1U0borx8MBimShm+EPeR2o7ZoKaD233DIViYw6V2mPpuPuF0fisx1h1lTclqV0pnx6b4+9uhNdiHfx8xStUXFQ23K+FW8H4xn3kfhZYmZAo1psFqaz367zuc7MmMzBlk7r8fX/4/7/f1qia163saVPK4+JzhgcjgnkNhQx7Fp0WHv08HuxY2qy6w+SbEk494Ulr5+1lmBnj58tGUYUsCmcRTKrgxKx5/n0aMiti72D4E13uDRNIX923+jfMzmT26CUJ1hlzk2rEo6LESBhgw8dcnrxmDLBKYesvPDrw+0OmXfx6Uy969nGVAWXp5azezwc7VE1s9oB4Qz+4E6TW9mP7E9+wSF2+x6it3`. Below the key, it shows metadata: 'Type: Develop', 'Status: Active', and 'Created: Mar 06, 2017 15:54'. A 'History' section shows 'License Created - Today 15:54'. At the bottom, there's a footer with links for Contact, Terms of Use, Privacy Policy, and Cookie Policy, along with social media icons for Twitter and YouTube.

vuforia™ Developer Portal

Hello 3DVTech | Log Out

Home Pricing Downloads Library **Develop** Support

License Manager Target Manager

License Manager > StarWarsDemo

StarWarsDemo [Edit Name](#) [Delete License Key](#)

License Key [Usage](#)

Please copy the license key below into your app

```
ARI9UJb/////AAAAGZaM6Jf1U0borx8MBimShm+EPeR2o7ZoKaD2
33DIViYw6V2mPpuPuF0fisx1h1lTclqV0pnx6b4+9uhNdiHfx8x
StUXFQ23K+FW8H4xn3kfhZYmZAo1psFqaz367zuc7MmMzBlk7r8f
X/4/7/f1qia163saVPK4+JzhgcjgnkNhQx7Fp0WHv08HuxY2qy6w
+SbEk494Ulr5+1lmBnj58tGUYUsCmcRTKrgxKx5/n0aMiti72D4E
13uDRNIX923+jfMzmT26CUJ1hlzk2rEo6LESBhgw8dcnrxmDLBKY
esvPDrw+0OmXfx6Uy969nGVAWXp5azezwc7VE1s9oB4Qz+4E6TW9
mP7E9+wSF2+x6it3
```

Type: Develop
Status: Active
Created: Mar 06, 2017 15:54

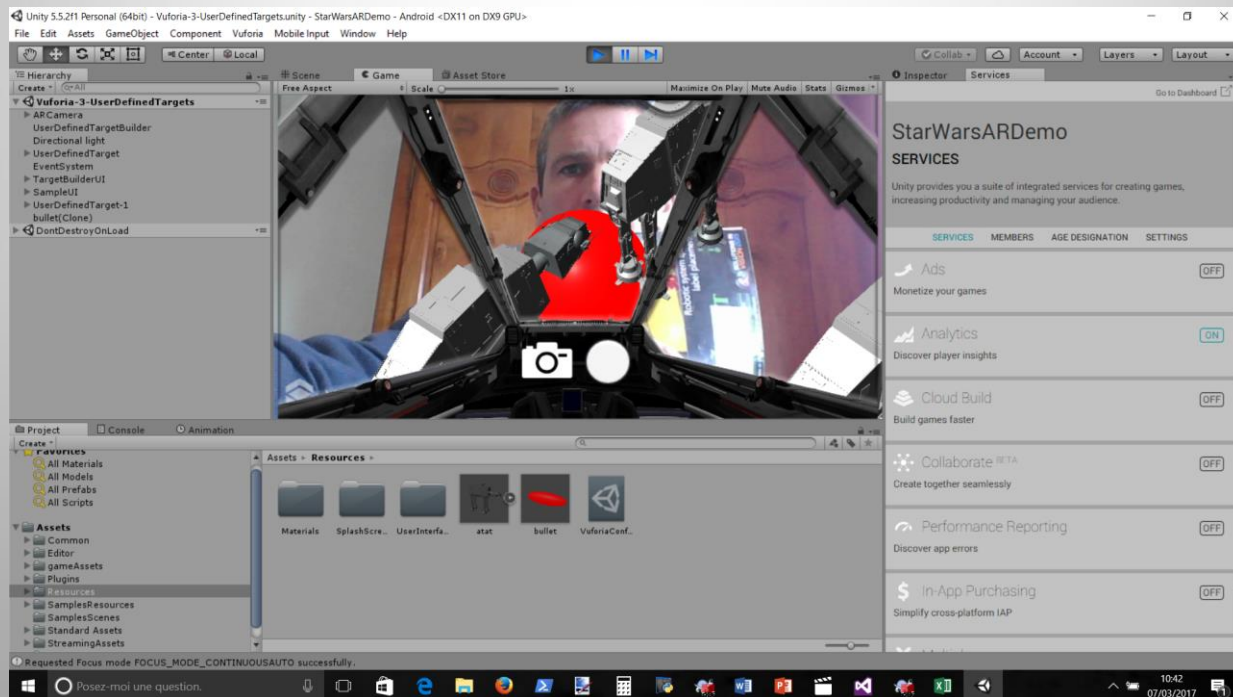
History:
License Created - Today 15:54

Contact | Terms of Use | Privacy Policy | Cookie Policy

©2011-2017 PTC Inc. All rights reserved. Nothing in these materials is an offer to sell any of the components or devices referenced herein. PTC and Vuforia are trademarks or registered trademarks of PTC Inc. in the United States and other countries. Other products and brand names referenced may be trademarks or registered trademarks of their respective owners. Vuforia is a product of PTC Inc.

Création de la Demo

- On va le faire ensemble
- Voir aussi les étapes dans le fichier demo-startwars.docx ou pdf



Exercices

- Ajouter des objets fixes dans la scène
- Fond sonore (musique star wars par ex)
- Faire voler un Xwing ou autre
- Mettre une video de maitre Yoda dans cockpit
- Tester sur votre mobile si Android SDK (ios)
- Surprenez-nous...

Pour la prochaine fois

- **Proposer un projet de RA**
- **Jusqu'à la fin du cours de RA pour le réaliser**
- **Techno au choix: Vuforia, JS, C++ (OpenCV)**